

**Prosiding**

**Seminar Nasional Teknik Industri  
UK. Petra 2014**

*Menuju Era Green Governance, Green Industry*

**Editor:  
Siana Halim**

**Diterbitkan oleh:**



Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)  
**Petra Press**  
Universitas Kristen Petra  
Surabaya

*Prosiding*

# **Seminar Nasional Teknik Industri UK. Petra 2014**

*Menuju Era Green Governance, Green Industry*

Surabaya, 8 November 2014

<http://industri.petra.ac.id/snti2014>

**Editor:**

Siana Halim  
Program Studi Teknik Industri  
Universitas Kristen Petra  
Surabaya

**Pelaksana:**

Program Studi Teknik Industri  
Universitas Kristen Petra  
Surabaya

**Diterbitkan oleh:**



Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)  
**Petra Press**  
Universitas Kristen Petra  
Surabaya

Hak Cipta ©2014 pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)  
Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

**Diterbitkan oleh:**

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)

**Petra Press**

Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

Telp. (031) 2983140, 2983111

Fax (031) 2983111

E-mail: [lppm@petra.ac.id](mailto:lppm@petra.ac.id), [puslit@petra.ac.id](mailto:puslit@petra.ac.id)

ISBN: 978-602-71225-1-2

## Kata Pengantar

Mahalnya biaya lingkungan memacu pemerintah dan pelaku-pelaku industri untuk mempertimbangkan perilaku *green* baik dalam lingkungan pemerintahan maupun industri. Saat ini pelbagai konsep dan teknologi yang mendukung perilaku *green* banyak dikembangkan oleh para ahli. Analisa diantaranya terhadap *waste*, *energy*, efek rumah kaca menjadi *hot topic* yang diteliti dan diterapkan baik di lingkungan pemerintahan, industry, akademik dan umum.

Menjawab tantangan di atas, Seminar Nasional Teknik Industri UK. Petra 2014: Menuju *Era Green Governance*, *Green Industry* diselenggarakan untuk mewadahi para akademisi, praktisi dan umum untuk membagikan ilmu dan kiat-kiat praktis menuju perilaku *green*.

Seminar yang diikuti oleh *call for papers* ini menarik: 39 makalah.

Seminar ini tidak dapat terlaksana dengan baik, tanpa bantuan dari berbagai pihak. Panitia berterima kasih kepada para penulis untuk ide dan konsep yang mereka tuangkan dalam bentuk makalah yang dipresentasikan pada seminar ini. Panitia, berterima kasih kepada para pembicara utama yang telah membagikan kepakaran mereka. Tak lupa, kerja keras mitra bebestari dalam memberi masukan untuk memperbaiki mutu makalah, sangatlah kami hargai.

Harapan kami, seminar ini akan memberikan wahana yang mampu mewadahi pertukaran ide, pengalaman dan kepakaran dari setiap pesertanya.

Indriati N. Bisono  
Ketua Umum SNTI UKP2014

Siana Halim  
Ketua Pelaksana SNTI UKP2014

## **Panitia Pelaksana**

Panitia Seminar Nasional Teknik Industri UK. Petra berterima kasih kepada para anggota dan mitra bebestari dalam kontribusinya, sehingga seminar ini dapat terlaksana.

### **Organisasi:**

Program Studi Teknik Industri,  
Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia

### **Panitia:**

Ketua umum	Indriati N. Biso
Ketua pelaksana	Siana Halim
Sekretaris	Liem Yenny Bendatu
Anggota	
Jani Rahardjo	I Gede Agus Widyadana
Tanti Octavia	I Nyoman Sutapa
Felecia	Herry C. Palit
Debora Y.A	Togar W.S Panjaitan

### **Mitra Bebestari:**

Dewan redaktur, dan mitra bebestari Jurnal Teknik Industri, UK. Petra

## Daftar Isi

<a href="#">SNTI 01</a>	Pembuatan Aplikasi Facebook untuk Sinkronisasi dengan Learning Management System O Hans Darius Panduwinata, Andreas Handojo, Justinus Andjarwirawan Email: handojo@petra.ac.id, justin@petra.ac.id	1
<a href="#">SNTI 02</a>	Perencanaan Sistem Enterprise Architecture di SMA Siwalima Ambon Denissa Alfiany Luhulima, Adi Wibowo, Agustinus Noertjahyana Email: denissa6luhulima@gmail.com, adiw@petra.ac.id	5
<a href="#">SNTI 03</a>	Rancang Bangun Sistem Informasi Pembelian, Penjualan, Perhitungan Harga Pokok Produksi untuk Mendukung Proses Bisnis pada UD. Sakti Mega Scale Megawati Kwanditanto, Yulia, Andy Febrico Bintoro Email: megakwan@gmail.com; yulia@peter.petra.ac.id	9
<a href="#">SNTI 04</a>	Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan, Pembelian, Inventori untuk Mendukung Proses Bisnis Toko Sari Utama Melisa Effendi, Yulia, Andy Febrico Bintoro Email: melisaeffendi@gmail.com, yulia@peter.petra.ac.id	16
<a href="#">SNTI 05</a>	Pengendalian Persediaan <i>Sparepart</i> dan Bahan Penunjang Proses di PT X Felecia ,Juwita E. Pamudji Email: felecia@peter.petra.ac.id, juwita_estherina@hotmail.com	24
<a href="#">SNTI 06</a>	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesuksesan Proses Belajar Mengajar di Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra Melisa Kartika Dewi, Siana Halim Email: melisa_tahu@yahoo.com, halim@petra.ac.id	29
<a href="#">SNTI 07</a>	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Siswa SMA dalam Memilih Perguruan Tinggi Angelin Tabita, Siana Halim tabita_92@yahoo.com, halim@petra.ac.id	36
<a href="#">SNTI 08</a>	Pembuatan Aplikasi Enterprise Resource Planning Modul Penjualan, Inventori dan Manajemen Hak Akses pada PT. Godong Seger Abadi Steven Wijaya, Yulia, Rudy Adipranata cosmicorang@gmail.com, yulia@petra.ac.id, rudya@peter.petra.ac.id	41
<a href="#">SNTI 09</a>	Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat dalam Upaya Mensukseskan Swasembada Garam Ratih Setyaningrum, Ariati Anomsari, Eko Hartini, Damar Sancoko Email: ratihha@gmail.com	48
<a href="#">SNTI 10</a>	Pemilihan <i>Suplier</i> Bahan Baku dengan Metode <i>Data Envelopment Analysis</i> untuk Meningkatkan Produktivitas Hana Catur Wahyuni, Heri Sugiono Email: hanacatur@umsida.ac.id	52
<a href="#">SNTI 11</a>	Program untuk Menghilangkan Efek <i>Backlight</i> Menggunakan Teori Retinex Kartika Gunadi, Liliana, Kevin Pangestu Email: kgunadi@peter.petra.ac.id, lilian@peter.petra.ac.id	57
<a href="#">SNTI 12</a>	Pengaruh Kepemimpinan terhadap Kinerja Lingkungan bagi Industri Kecil dan Menengah Atikha Sidhi Cahyana Email: Atikhasidhi@umsida.ac.id	61

<a href="#"><u>SNTI 13</u></a>	The Effect of Combine Stock Control Methods by Incorporating Human Judgement Inna Kholidasari Email: i.kholidasari@bunghatta.ac.id	69
<a href="#"><u>SNTI 14</u></a>	Peningkatan <i>Inventory Accuracy</i> dengan Meninjau Ulang <i>Error-Handling Report</i> secara Periodik di PT X Dicky Riyanto, Debora Anne Yang Aysia Email: dicky_riyanto@hotmail.com, debbie@peter.petra.ac.id	76
<a href="#"><u>SNTI 15</u></a>	Perhitungan <i>Carbon Footprint</i> pada Perusahaan Peleburan Logam di Surabaya Togar W. Panjaitan, Yenny Bendatu, Hutomo Saputra Email: togar@peter.petra.ac.id, yenny@peter.petra.ac.id	82
<a href="#"><u>SNTI 16</u></a>	Rancangan Meja Mini Multifungsi Berasaskan Aspek Ergonomis Ayu Bidiawati JR, Eva Suryani, Budi Darmayanto Email: ayubidiawati@bunghatta.ac.id, evasuryani@bunghatta.ac.id	87
<a href="#"><u>SNTI 17</u></a>	Sistem Monitoring Kualitas Air Sungai Secara Online Sebagai Media Pengawasan Limbah Cair Industri Suwito, Tasripan, Fitri Leo P. Email: mas.suwito@gmail.com	92
<a href="#"><u>SNTI 18</u></a>	Identifikasi Gunung Api Purba di Daerah Watuadeg dan Pilang, Kecamatan Berbah Kabupaten Sleman, Yogyakarta Berdasarkan pada Data Geolistrik Winarti, Hill Gendoet Hartono Email: winyayadida@yahoo.com	99
<a href="#"><u>SNTI 19</u></a>	Pengembangan Model Pengukuran Kinerja Sekolah Unggul Muhammad Rosiawan, Yenny Sari, Arbi Hidayat, Catharine Frida Paskatya Email: mrosiawan@staff.ubaya.ac.id, ysari@staff.ubaya.ac.id, arbi@staff.ubaya.ac.id, cacak.oke@gmail.com	106
<a href="#"><u>SNTI 20</u></a>	SMS-Broadcast System untuk Universitas Kristen Petra Rosalina, Andreas Handoyo, Sontama Baktiano, Dian Christiani, Devi Christiani Email: m26411094@john.petra.ac.id, m26411103@john.petra.ac.id, m26411106@john.petra.ac.id, m26411163@john.petra.ac.id, handoyo@peter.petra.ac.id	117
<a href="#"><u>SNTI 23</u></a>	Analisi Pengaruh Tingkat <i>Component Commonality</i> terhadap <i>Schedule Instability</i> , <i>Service Level</i> dan <i>Total Cost</i> dalam Sistem Rantai Pasok Sederhana. Mochammad Aldy Anwar Email: aldy.anwar11@gmail.com	123
<a href="#"><u>SNTI 24</u></a>	Pengaruh Komposisi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks), Air, Dengan Starter Rumen Sapi Terhadap Karakteristik Produktifitas Biogas Novi Caroko, Wahyudi, Sudarja Email: novicaroko@yahoo.co.id, wahyudi@ft.umy.ac.id, sudarja_msn@yahoo.com	135
<a href="#"><u>SNTI 26</u></a>	Penerapan Teknik <i>Strategic Choice Approach</i> dalam Penstrukturan Masalah Pengelolaan Rantai Pasokan. Iwan Mu'min Basarah, Sani Susanto Email: iwanmuminbasarah@yahoo.com, sjrhsjrh@gmail.com	141

<a href="#">SNTI 27</a>	Analisis Persediaan Kebutuhan Material pada Produk <i>Tail Boom Eurocopter</i> dengan Menggunakan Metode <i>MRP (Studi Kasus Pada PT Dirgantara Indonesia)</i> Alfa Firdaus, Muhammad Kholil, Nanda Pratama Email: m.kholil2009@gmail.com	148
<a href="#">SNTI 28</a>	Metode Six Sigma dalam Mengurangi Kerenggangan Pintu Lemari Es Bagian Bawah pada PT. LG Electronic Indonesia Muhammad Kholil, Khalis Kurniadi Email: m.kholil2009@gmail.com, khalis.kurniadi@gmail.com	161
<a href="#">SNTI 29</a>	Upaya Peningkatan Kemampuan Analisa Masalah Melalui Implementasi <i>Tools Fishbone</i> Diagram di PT E-T-A Indonesia Andrianto Tjondro, Jani Rahardjo Email: andriantotjondro@yahoo.co.id, jani@peter.petra.ac.id	171
<a href="#">SNTI 30</a>	Upaya Penurunan <i>Internal Claim</i> dengan Metode DMAIC di PT. E-T-A Indonesia Andre Tjahyono, Indriati Bisono Email: oei_andre_tjahyono@yahoo.com, mlindri@peter.petra.ac.id	177
<a href="#">SNTI 31</a>	Upaya Peningkatan <i>Output</i> Produksi di PT. X Dandi Lonata Christnawan, Jani Rahardjo Email: dandy.chrisnawan@yahoo.com, jani@petra.ac.id	183
<a href="#">SNTI 32</a>	Penyusunan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control pada Perusahaan Pipa Baja Samuel Evan Pratama, Togar W.S. Panjaitan Email: samuelevan@outlook.com, togar@peter.petra.ac.id	192
<a href="#">SNTI 33</a>	Perancangan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di PT X Fenni Suryanita Budiman, Togar Wiliater Soaloon Panjaitan Email: fennisb2006@yahoo.co.id, togar@petra.ac.id	196
<a href="#">SNTI 34</a>	Penjadwalan Pada Permasalahan <i>Job Shop</i> dengan Algoritma <i>Disjunctive Programming</i> Tanti Octavia, I Gede Agus Widyadana, Garry Tjondrokusumo Email: tanti@peter.petra.ac.id, gede@peter.petra.ac.id, garrytjeng@yahoo.com	202
<a href="#">SNTI 35</a>	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas pada Industri Pembuatan Pipa Besi Henry Hutomo Halim, Herry Christian Palit Email: xin_shizeiten@yahoo.com, herry@petra.ac.id	205
<a href="#">SNTI 36</a>	Perancangan <i>Key Performance Indicators</i> di PT E-T-A Indonesia Theo Hanjaya Irawan, Jani Rahardjo Email: iamtheo@live.com, jani@peter.petra.ac.id	211
<a href="#">SNTI 37</a>	Model Rantai Pasok Apel di Jawa Timur I Gede Agus Widyadana, Tanti Octavia, Herry Christian Palit Email: gede@peter.petra.ac.id, tanti@peter.petra.ac.id, herry@peter.petra.ac.id	216
<a href="#">SNTI 38</a>	Skema Integrasi Model Kano, SERVQUAL, Kansei Engineering dan TRIZ dalam Upaya Peningkatan Kualitas Layanan Markus Hartono, Yenny Sari, Amanda Septina Oeij Email: markus@staff.ubaya.ac.id, ysari@staff.ubaya.ac.id	220
<a href="#">SNTI 39</a>	Analisa Barang Strategis serta Pemilihan Alternatif Kebijakan Pembelian (Studi Kasus pada Sebuah Perusahaan Pengolahan Kayu) Zainal Abidin, I Nyoman Sutapa	228

<a href="#">SNTI 40</a>	Email:zainaldyne@hotmail.com, mantapa@peter.petra.ac.id Aplikasi Sistem Pemesanan Barang dan Penagihan Hutang pada CV. Putra Abadi Gemilang Berbasis Android Suwandy Abadi, Justinus Andjarwirawan, Agustinus Noertjahyana suwandy_abadi91@hotmail.com:justin@petra.ac.id ,agust@petra.ac.id	236
<a href="#">SNTI 43</a>	Pengembangan Algoritma Perancangan Alat Bantu Berbasis Quality Function Deployment (QFD) di IKM <i>Supporting Industry</i> (Studi Kasus pada Perancangan Mesin Perakit Slang Air Brake) Cucu Wahyudin, Aan Mintarsih Email: cucu_wahyudin517@yahoo.co.id	243
<a href="#">SNTI 44</a>	Perancangan Sistem Informasi Proses Sertifikasi Peralatan di PT X Meity Martaleo <sup>1</sup> , Aditya Lucky Septiadi <sup>1</sup> meity.martaleo@unpar.ac.id, aditseptiadi@gmail.com	250

# Identifikasi Gunung Api Purba di Daerah Watuadeg dan Pilang, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Yogyakarta berdasarkan Data Geolistrik

Winarti<sup>1</sup>, Hill Gendoet Hartono<sup>1</sup>

**Abstrak:** Daerah Watuadeg dan Pilang berada di Dataran Yogyakarta yang berbatasan dengan rangkaian dari Pegunungan Selatan Yogyakarta. Secara morfologi dan litologi permukaan di kedua lokasi tersebut terindikasi adanya gunungapi purba. Hal itu dibuktikan dengan dikemukannya batuan gunung api seperti lava, breksi dan tuf. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi adanya batuan gunung api purba di daerah Watuadeg dan Pilang dari data bawah permukaan dengan mendasarkan kisaran harga tahanan jenis batuanannya. Metode yang digunakan adalah pengukuran geolistrik secara mapping dengan konfigurasi dipole-dipole. Panjang bentangan untuk setiap lintasan 500 meter, dengan kedalaman  $\pm 50$  meter. Hasil pengukuran geolistrik secara mapping di kedua lokasi tersebut menunjukkan di daerah Watuadeg terindikasi adanya batuan gunung api berupa lava yang terbaca dengan nilai tahanan jenis sangat tinggi ( $>650$  ohm meter) dijumpai pada kedalaman mulai  $\pm 10-15$  meter dari permukaan tanah dengan sebaran relatif di bagian tengah. Sedangkan di daerah Pilang secara umum terbaca nilai tahanan jenis kecil. Kalaupun ada indikasi batuan gunung api hanya sebatas breksi (nilai tahanan jenis 35-65 ohm meter) yang dijumpai hanya setempat-setempat, dengan kedalaman relative lebih dalam (5-30 meter dari permukaan tanah).

**Kata kunci:** Batuan gunung api, geolistrik, tahanan jenis.

## Pendahuluan

Daerah Watuadeg dan Pilang berada di Dataran Yogyakarta yang berbatasan dengan rangkaian dari Pegunungan Selatan Yogyakarta membentang dari Kabupaten Bantul (di sebelah barat) sampai Kabupaten Wonogiri (di sebelah timur), sedangkan di sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Hindia. Secara umum tektonika daerah bagian selatan Pulau Jawa dipengaruhi oleh zona subduksi dari lempeng Samudra Hindia-Australia di bawah kerak Eropa-Asia yang terjadi sejak pertengahan Zaman Tersier. Akibat pergerakan subduksi tersebut menghasilkan gejala magmatisme-vulkanisme. Hal ini dibuktikan dengan adanya batuan gunungapi berumur Tersier (gunungapi purba) yang diperkuat dengan munculnya lava dan breksi gunung api di beberapa tempat di Yogyakarta.

Akan tetapi keberadaan gunungapi purba tersebut memang tidak mudah dilihat di permukaan, karena bentuk bentang alamnya sudah lapuk dan tererosi lanjut. Sehingga kenampakan visual bentuk tubuh dan proses vulkanisme seperti gunung api masa kini tidak bisa terlihat. Oleh karena itu untuk mengeta-

hui lokasi sumber erupsi gunung api purba tersebut perlu dilakukan survei geologi bawah permukaan dalam hal ini geolistrik. Berdasarkan data permukaan (singkapan) Hartono dan Bronto [1], sudah melakukan kajian yang mengindikasikan adanya gunung api purba di daerah Watuadeg dan Pilang. Akan tetapi penelitian yang mengkaitkan antara data (singkapan) permukaan dengan data bawah permukaan (geolistrik resistivitas) belum pernah dilakukan.

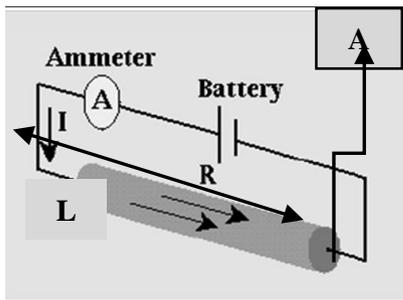
Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi adanya batuan gunung api di daerah Watuadeg dan Pilang dengan mendasarkan kisaran harga tahanan jenis batuanannya. Sehingga nantinya diharapkan akan teridentifikasi dimana pusat erupsi pada masa lampau, apabila terbukti gunung api tersebut ada.

## Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran geolistrik resistivitas dengan *mapping resistivity*. Metode ini dimaksudkan untuk mendapatkan harga arus dan potensial dari batuan atau mineral di lapangan. Pengukuran geolistrik secara mapping secara dipole-dipole, dilakukan dengan panjang lintasan 500 meter, dengan penetrasi kedalaman  $\pm 50$  meter.

Metode geolistrik sendiri merupakan salah satu metode geofisika yang dapat memberikan gambaran

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta. Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok Sleman, Yogyakarta, 55281. Email: winyayadina@yahoo.com



**Gambar 1.** Contoh batuan yang dilalui arus (Telford, et al. [3])

susunan litologi atau struktur bawah permukaan suatu daerah berdasarkan sifat kelistrikan batuan (Dobrin dan Savit [2]). Prinsip pengukuran metode ini dengan mengalirkan arus searah atau bolak-balik berfrekuensi rendah ke dalam bumi melalui kontak dua elektroda arus, kemudian diukur distribusi potensial yang digunakan melalui elektroda potensial. Resistivitas batuan dapat dihitung dengan mengetahui besar arus yang dipancarkan melalui elektroda tersebut dan besar potensial yang dihasilkan.

Untuk mengetahui struktur bawah permukaan yang lebih dalam, maka jarak masing-masing elektroda arus dan potensial dapat ditambah secara bertahap. Semakin besar spasi elektroda maka penembusan arus ke bawah makin dalam. Konsep dasar pengukuran resistivitas batuan dimodifikasi dari teori pengukuran suatu batuan (Gambar 1) di laboratorium yang didefinisikan sebagai berikut (Telford et al. [3]):

$$R = \rho \frac{L}{A} \text{ sehingga, } \rho = R \frac{A}{L}$$

dimana R: tahanan (ohm),  $\rho$ : resistivitas contoh batuan (ohm meter), L: panjang contoh batuan (meter) dan A: luas penampang contoh batuan (meter<sup>2</sup>). Mengingat  $R = \frac{\Delta V}{I}$ , maka  $\rho = \frac{\Delta V}{I} \frac{A}{L}$  dimana  $\Delta v$  beda potensial (volt) dan I : kuat arus (ampere) sedangkan kisaran harga tahanan jenis dari beberapa jenis batuan dan mineral tersaji pada Tabel 1.

Secara umum metode resistivitas dapat dibagi menjadi 2 (Dobrin, and Savit [2]), yaitu metode *mapping* dan *sounding*. Metode *mapping* digunakan untuk mengetahui variasi resistivitas ke arah lateral. Biasanya metode ini digunakan untuk mengetahui kontak litologi batuan atau benda-benda dangkal. Metode *sounding* digunakan untuk penyelidikan perubahan resistivitas bawah permukaan ke arah vertikal. Dalam penelitian nantinya akan digunakan pengukuran geolistrik secara *mapping*.

**Tabel 1.** Kisaran harga tahanan jenis batuan dan mineral (Telford, et al. [3])

Jenis batuan/bijih	%H <sup>2</sup> O	$\rho$ (ohm-meter)
Granit porfiri		4,5 x 10 <sup>3</sup> (basah) – 1,3 x 10 <sup>6</sup> (kering)
Diorit porfiri		1,9 x 10 <sup>3</sup> (basah) – 2,8 x 10 <sup>4</sup> (kering)
Granit	0,31	4,4 x 10 <sup>3</sup>
	0,19	1,8 x 10 <sup>6</sup>
	0	10 <sup>10</sup>
Andesit		1,7 x 10 <sup>2</sup> (basah) – 4,5 x 10 <sup>4</sup> (kering)
Tuf		2 x 10 <sup>3</sup> (basah) – 10 <sup>5</sup> (kering)
Basal		10-1.3 x 10 <sup>7</sup> (kering)
Lava		10 <sup>2</sup> - 5 x 10 <sup>4</sup>
Batupasir	0	1 – 6,4 x 10 <sup>8</sup>
	1,0	4,2 x 10 <sup>3</sup>
Pirit		300
FeAsS		10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-2</sup>
Cu <sup>s</sup> FeS <sub>4</sub>		3 x 10 <sup>-3</sup>
Fe, Mn, WO <sub>4</sub>		10 <sup>3</sup> – 10 <sup>7</sup>
PbS		0.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.1 – 300
MoS <sub>2</sub>		2 x 10 <sup>2</sup> - 4 x 10 <sup>3</sup>
Cu <sub>2</sub> S		3 x 10 <sup>-2</sup>
Grapit		10 <sup>-4</sup> – 5 x 10 <sup>-3</sup>
Galena		18
Grapit		10 <sup>-4</sup> – 5 x 10 <sup>-3</sup>
Barit		8.6

Besaran fisis yang diukur langsung di lapangan adalah beda potensial dan kuat arus. Sedangkan nilai faktor geometri (K) dihitung berdasarkan susunan elektroda yang digunakan. Pada setiap konfigurasi mempunyai harga K (faktor geometri) yaitu besaran yang berubah terhadap jarak spasi elektroda. Dengan mensubstitusi faktor K, maka resistivitas (nilai tahanan jenis) batuan dapat diperoleh dari persamaan Hukum Ohm (Telford, et al., [3]).

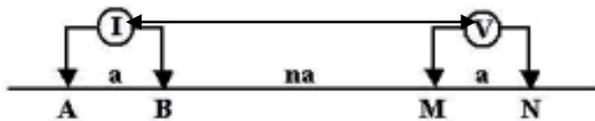
$$\rho = \frac{\Delta V}{I} K \tag{1}$$

Susunan elektroda yang digunakan dalam penelitian secara *mapping* dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole. Pada prinsipnya konfigurasi ini mempunyai susunan elektroda sebagai berikut : dua buah elektroda arus (A dan B) diletakkan sejajar membentuk satu kutub dan dua buah elektroda potensial (M dan N) juga berjajar membentuk satu kutub yang lain. (Gambar 2). Besarnya faktor geometri untuk konfigurasi dipole-dipole adalah:

$$K = \pi \left( \frac{na^2}{a} - na \right) \tag{2}$$

Sehingga besarnya harga tahanan jenis untuk konfigurasi dipole-dipole adalah (1 dan 2)

$$\rho = \frac{V}{I} \pi \left( \frac{na^2}{a} - na \right) \tag{3}$$



**Gambar 2.** Susunan elektroda konfigurasi Dipole (Dobrin and Savit [2])



**Gambar 3.** Peralatan geolistrik yang digunakan dalam penelitian

Winarti dan Ansori [4] dalam kajiannya di daerah Sрати, Kebumen menyimpulkan sebaran mineral mangan di dalam breksi (batuan gunungapi) dengan metode geolistrik Induksi Polarisasi. Hasil penelitiannya terbaca bahwa nilai tahanan jenis dari breksi yang mengandung mangan relatif kecil yaitu  $< 30$  ohm meter.

Winarti dan Sungkono [5], mengkaji keberadaan akuifer airtanah di daerah batuan vulkanik (batuan gunungapi) dengan menggunakan metode geolistrik di daerah Nganjuk. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa batuan gunungapi mempunyai kecenderungan nilai tahanan jenis yang tinggi, yaitu  $> 100$  ohm meter. Sedangkan lapisan akuifer yang diperkirakan sebagai pasir gunungapi memiliki nilai tahanan jenis rendah, berkisar antara 20-43 ohm meter.

### Peralatan

Peralatan yang dipergunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain (Gambar 3): Resistivimeter beserta sumber arus (genset), dua buah kabel multi canel dengan panjang masing-masing 100 m, tiga buah kabel mono canel dengan panjang masing-masing 300 m, dua puluh elektroda, HT, GPS dan palu. Tabel data dan peralatan tulis.

### Kondisi Geologi

Daerah Berbah, Kabupaten Sleman merupakan wilayah perbatasan antara bentang alam Pegunungan Selatan di bagian timur dengan Dataran Yogyakarta di sebelah barat. Bentang alam di daerah ini berupa bukit-bukit terisolir (*isolated hills*) atau terpisah satu sama lain di antara dataran endapan aluvium Gunung api Merapi. Astuti, *et al.* [6] menyebutnya sebagai bukit-bukit *inlier*, karena

tersusun oleh batuan tua yang dikelilingi oleh endapan muda, yang disinyalir akibat adanya tektonik berupa pensesaran. Namun peneliti lain Hartono dan Bronto [1] menyatakan bahwa bukit-bukit terisolir yang tersusun oleh lava dan atau breksi piroklastika/aglomerat tersebut adalah gunung api purba monogenesis atau mengarah ke komposit, sedangkan sesar hanya berfungsi membuka jalan bagi magma menuju ke permukaan bumi.

Secara regional, sebagian besar batuan gunungapi Tersier di daerah penelitian termasuk Formasi Semilir; hanya sebagian kecil di bagian paling timur dan elevasi tertinggi saja yang termasuk Formasi Nglanggran. Kedua formasi tersebut tersesarkan dengan pola timurlaut-baratdaya, diperkirakan bagian timur merupakan blok yang naik (Rahardjo, *et al.*, [7]; Suroño, *et al.*, [8]). Di pihak lain menyebutnya sebagai bagian dalam fisiografi Pegunungan Selatan, yang membentang dari daerah Yogyakarta sampai daerah Malang, Jawa Timur (van Bemmelen [9]). Bagian barat terdiri dari batuan vulkanik tua, Miosen Bawah atau Oligo-Miosen (Sartono, [10]) dan batugamping, sedang di bagian timur tersusun oleh batupasir kuarsa, batupasir kasar, batupasir aglomerat, batulempung pasiran, lempung lensa lignit dan *silicified wood*.

Menurut van Bemmelen [9], Pegunungan Selatan Jawa Timur bagian barat dibagi menjadi dua, yaitu : plato batugamping Gunung Sewu yang menempati bagian selatan dari Pegunungan Selatan (jalur Baturagung, Panggung, Ploph dan Kambengan) yang menempati di bagian utara. Bagian selatan dan utara ini dipisahkan oleh cekungan antar pegunungan Wonogiri dan Baturetno. Carlille dan Mitchell [11], mengemukakan bahwa rangkaian Pegunungan Selatan merupakan bagian dari sistem busur Sunda-Banda yang berumur Neogen.

Pembahasan stratigrafi regional daerah penelitian ditekankan pada stratigrafi Pegunungan Selatan Jawa Tengah-Daerah Istimewa Yogyakarta bagian timur, yaitu jalur Baturagung dan Kambengan. Rahardjo, *et al.* [7], Suroño *et al.* [8] dan Samodra, *et al.* [12], menyatakan dalam peta geologi Pacitan bahwasanya batuan beku intrusi di daerah Pegunungan Selatan terletak di lokasi yang sama atau berdekatan dengan batuan gunungapi “endapan turbidit”. Daerah jalur Baturagung tersusun oleh batuan gunungapi berumur Miosen Bawah. Formasi-formasi dari tua ke muda (Tabel 2) terdiri dari Formasi Kebo-Butak (batupasir, batulempung, batulanau, serpih, tuf dan konglomerat), Formasi Semilir (tuf, breksi batuapung, breksi tuf, batupasir tufan dan serpih), Formasi Nglanggran (breksi vulkanik, konglomerat, batupasir tufan, sisipan lava

andesit-basalt), Formasi Sambipitu (batupasir tufan dan batulempung), Formasi Oyo (napal tufan dan batupasir konglomeratan), dan Formasi Wonosari (batugamping).

**Gunung Api dan Gunung Api Purba**

Gunungapi adalah sebuah tempat di permukaan bumi di mana bahan magma dari dalam bumi keluar atau sudah keluar pada masa lampau, biasanya membentuk suatu gunung, lebih kurang berbentuk kerucut yang mempunyai kawah di bagian puncaknya (Schieferdecker [13]). Sementara itu, MacDonald [14] menyatakan gunung api sebagai tempat atau bukaan darimana batuan pijar dan atau gas keluar ke permukaan bumi dan bahan yang menumpuk di sekitar bukaan tersebut membentuk bukit atau gunung. Tempat atau bukaan tersebut adalah kawah atau kaldera, sedang batuan pijar dan gas adalah magma. Vulkanisme adalah proses alam yang berhubungan dengan kegiatan kegunungapian, dimulai dari asal-usul pembentukan magma di dalam bumi hingga kemunculannya di permukaan bumi dalam berbagai bentuk dan kegiatannya.

Gunung api purba atau fosil gunung api (*paleo-volcanoes*) adalah gunung api yang pernah aktif pada masa lampau, tetapi sekarang sudah mati dan bahkan sudah terkikis sangat lanjut sehingga fitur atau penampakan fisi tubuhnya sudah tidak sejelas gunung api aktif masa kini, bahkan sebagian sisa tubuhnya sudah ditutupi oleh batuan yang lebih muda (Bronto [15]). Lebih lanjut dikatakan bahwa gunung api purba umumnya mempunyai umur Tersier (lebih dari 2 juta tahun yang lalu).

**Tabel 2.** Kolom stratigrafi Pegunungan Selatan Jalur Baturagung (disederhanakan dari Rahardjo, et al. [7]; Surono, et al. [8]; dan Samodra, et al. [12]).

UMUR	FORMASI	LITOLOGI
Pliosen	F. Kepek	Napal dan batugamping berlapis
	F. Wonosari	Batugamping, batugamping konglomeratan dan batugamping napalan tufan
Miosen	F. Oyo	Napal tufan dan batugamping konglomeratan sisipan tuf
	F. Sambipitu	Batupasir tufan dan batulempung
	F. Semilir F. Nglanggran	Tuf, breksi batu apung, breksi tuf, batupasir tufan dan serpih Breksi vulkanik, konglomerat, batupasir tufan, sisipan lava andesit-basalt
Oligo-Miosen	F. Kebobutak	Perselingan batupasir, batulempung dan lapisantipis tuf asam Batupasir, batulanau, batulempung, serpih, tuf dan konglomerat

Pengenalan gunung api purba dapat dikenali dari beberapa aspek (Bronto [15]), yaitu pendekatan dari inderaja dan geomorfologi, pendekatan analisis peta geologi, pendekatan stratigrafi dan litofasies gunung api, pendekatan sedimentologi, pendekatan struktur geologi, pendekatan petrologi dan geokimia, pendekatan data pemboran serta pendekatan analisis geofisika.

Studi bentang alam dipakai sebagai indikator awal pemisahan satuan-satuan *volcanic terrain* dengan mempertimbangkan: kondisi morfologi (pola kontur) menunjukkan kesamaan resistensi batuan. Pola kontur yang terisolasi menunjukkan suatu tubuh yang lebih resisten dibanding daerah sekelilingnya (*intrusi/volcanic neck*), sedang pola kontur yang menyebar ke suatu arah menunjukkan satuan batuan dan arah akumulasi bahan gunungapi. Analisis citra landsat memberikan berbagai kenampakan seperti struktur cekungan melingkar (*circular depressions*), tonjolan setempat dll. yang didasarkan pada bentuk atau relief, rona atau warna dan lokasi atau satuan bentang alam. Pusat erupsi adalah bagian paling tinggi dari seluruh daerah yang ditandai oleh pola kontur yang memusat, aliran sungai berpola radier menjauhi sumber erupsi dan bentuk-bentuk *volcanic terrain* yang lain.

Williams dan MacBirney [16]; Vessel dan Davies [17] membagi stratigrafi gunung api ke dalam 4 litofasies yaitu: (1) *vent facies/central facies*, dicirikan oleh adanya asosiasi berupa: kubah lava, tubuh-tubuh intrusi dangkal (*radial dikes, dike swarms, sills, cryptodomes, volcanic necks*), bertekstur gelas-an, porfiritik hingga fanerik halus, batuan/mineral alterasi epitermal dan hidrotermal, berbagai *xenolith* batuan beku dan batuan metasedimen-metamorf serta breksi autoklastika pada bagian atas atau luar tubuh intrusi dangkal; (2) *proximal facies* dicirikan oleh adanya asosiasi berupa: aliran lava, breksi/aglomerat jatuhan piroklastika dan breksi/aglomerat aliran piroklastika. Batuan tersebut biasanya membentuk stratifikasi sebagai ciri gunung-api strato/komposit; (3) *medial facies* dicirikan oleh adanya asosiasi berupa: tuf lapili baik jatuhan maupun aliran piroklastika, tuf dan breksi lahar sebagai endapan sekunder; (4) *distal facies* dicirikan oleh adanya batuan gunungapi hasil pengerjaan kembali berupa: breksi lahar, konglomerat, batupasir, batulanau dan batulempung.

Mulyaningsing dan Sanyoto [18] dalam penelitiannya di Pegunungan Selatan Jawa Tengah bagian barat menginterpretasikan adanya bentukan sirkuler (hasil analisis SRTM dan data geomorfologi) yang menunjukkan adanya aktivitas gunung api purba pada umur Tersier. Diantara bentukan sirkuler tersebut dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu kelompok gunung api purba Parangtritis-Dengkeng dan kelompok gunung api purba Candisari-Nglanggran (Gambar 4). Akan tetapi

bentuk tubuh kedua kelompok gunung api tersebut telah hancur tubuh kerucutnya, sehingga tidak lagi menunjukkan bentuk kerucut sempurna, sebagaimana bentuk tubuh gunung api masa kini.

Bronto, [15] dalam bukunya “Geologi Gunung Api Purba” secara lebih detail membuat daftar fosil gunung api purba yang ada di Pegunungan Selatan, khususnya yang ada di daerah Berbah-Imogiri meliputi (Tabel 3), yang didasarkan pada pengamatan singkapan di permukaan.

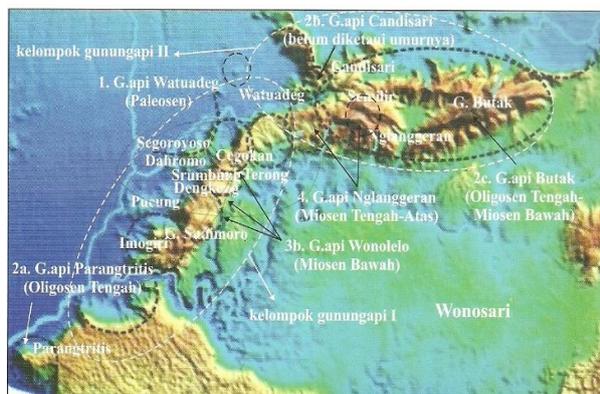
### Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengukuran geolistrik secara mapping yang sudah dilakukan prosesi nantinya dapat dipergunakan untuk menjelaskan kondisi bawah permukaan disekitar lokasi pengukuran yaitu Watuadeg dan Pilang.

#### Watuadeg

Pada lokasi Watuadeg tersingkap batuan gunung api berupa lava basal piroksin. Lava tersebut mempunyai kenampakan di lapangan berwarna abu-abu tua sampai hitam, mempunyai struktur bantal, struktur aliran berarah U70°T di bagian utara sampai dengan U150°T di bagian selatan Kali Opak, 200 m di sebelah baratnya terdapat bukit kecil juga tersusun oleh basal piroksen (Gambar 5).

Pengukuran geolistrik di lokasi ini dilakukan dengan panjang lintasan 500 meter. Posisi 0 meter ada di sisi barat dan posisi 500 meter ada di timur. Lokasi singkapan lava diposisikan pada meter ke 240. Sedangkan topografi relatif lebih tinggi di bagian barat. Hasil pengolahan data geolistrik mapping tersaji pada Gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa kedalaman yang terdeteksi sampai sekitar 50 m dari permukaan. Sedangkan nilai tahanan jenis yang terbaca sepanjang lintasan dapat terbagi dalam 3 kelompok yang dapat mewakili jenis litologinya.



**Gambar 4.** Interpretasi dua kelompok tubuh gunungapi purba di Pegunungan Selatan bagian barat berdasarkan data geomorfologi (Mulyaningsing dan Sanyoto [18])

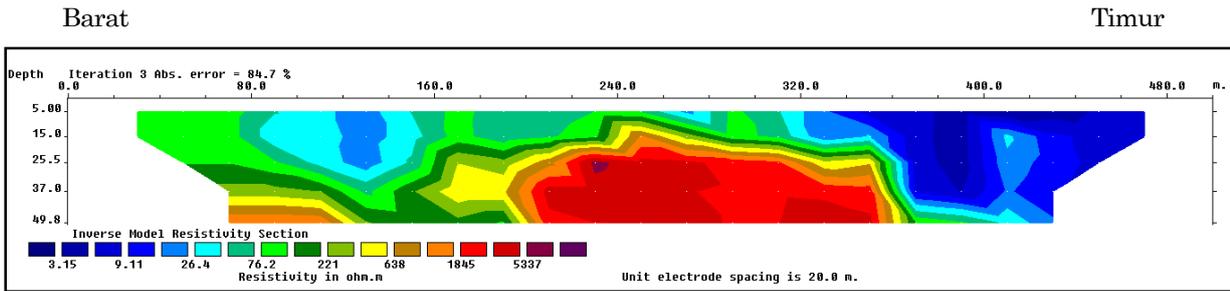
**Tabel 3.** Daftar sebagian fosil gunung api purba di Pegunungan Selatan di wilayah Kabupaten Sleman, Bantul dan Gunungkidul (Bronto [15])

No	Nama Gunung Api Purba	Lokasi	Indikasi Bentang Alam dan Litologi
1	G. Wonolelo	Dusun Guyangan, Desa Wonolelo, Kecamatan Pleret	Bukit +123 m tersusun oleh per-lapisan lava dan breksi andesit, sisipan konglomerat dan tuf
2	G. Gelap	Desa Bawuran, Kecamatan Pleret	Bukit +131 m, tersusun oleh lava dan breksi piroklastika basal-andesit basal
3	G. Banyak	Dusun Banyak, desa Srimulyo, Kecamatan Piyungan	Bukit +96 m, tersusun oleh lava dan breksi piroklastika basal-andesit basal
4	G. Pilang	Dusun Pilang, Desa Srimulyo, Piyungan	Bukit +136m, tersusun oleh breksi piroklastika, batulapili scoria, tuf dan klastika lava basal-andesit basal
5	G. Watuadeg	Dusun Sumberkidul, Desa Kalitirto, Kecamatan Berbah	Aliran lava basal piroksin berstruktur bantal, struktur aliran berarah U70°T di bagian utara sampai dengan U150°T di bagian selatan Kali Opak, 200 m di sebelah baratnya terdapat bukit kecil juga tersusun oleh basal piroksen berumur 56,3 + 3,8 Ma.

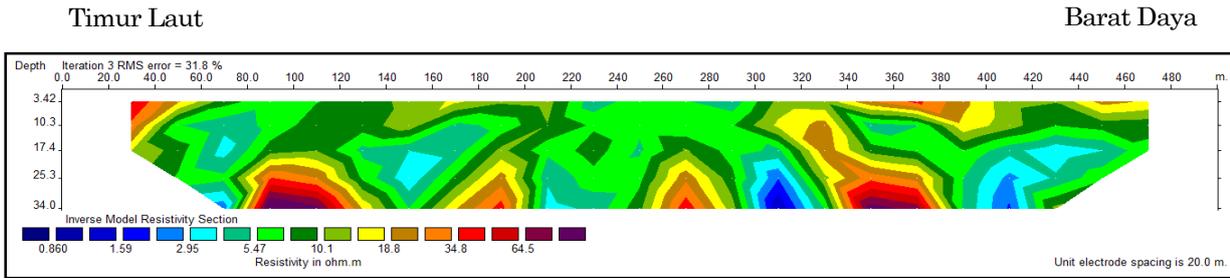


**Gambar 5.** Singkapan lava di Watuadeg

Nilai tahanan jenis rendah (<26 ohm meter, ditandai dengan warna biru muda sampai hijau muda) dapat diinterpretasikan sebagai litologi tuf yang banyak mengandung air. Harga tahanan jenis tinggi (26-650 ohm meter, ditandai dengan warna hijau tua sampai kuning) diinterpretasikan sebagai



Gambar 6. Hasil pengolahan data geolistrik mapping di Watuadeg



Gambar 7. Hasil pengolahan data geolistrik mapping di Pilang

tuf dengan kondisi kering. Sedangkan harga tahanan jenis sangat tinggi (>650 ohm meter, ditandai dengan warna coklat sampai ungu) diinterpretasikan sebagai lava yang kondisinya sangat kompak.

Berdasarkan pada data singkapan dan hasil pengolahan data geolistrik, maka dapat diinterpretasikan litologi yang ada di sekitar Watuadeg. Harga tahanan jenis yang rendah merupakan breksi andesit yang banyak mengalami rekahan (bersifat basah), sehingga bisa berfungsi sebagai akuifer dan airtanah bisa dijumpai. Sedangkan harga tahanan jenis antara 80-2000 ohm meter dapat diinterpretasikan sebagai breksi yang bersifat kering. Hal ini mungkin disebabkan karena kurang intensifnya rekahan di dalam breksi tersebut, sehingga batuan tidak mampu meloloskan air. Sedangkan harga tahanan di atas 2000 ohm meter diinterpretasikan sebagai tubuh batuan beku yang memang kompak. Lava tersebut dijumpai pada kedalaman mulai  $\pm$  10-15 meter dari permukaan tanah dengan sebaran relatif di bagian tengah.

### Pilang

Pengukuran geolistrik di daerah Pilang dilakukan dengan panjang lintasan 500 meter. Posisi 0 meter ada di sisi timur laut dan posisi 500 meter ada di barat daya. Keberadaan singkapan batuan gunung api (breksi) berada pada 340 m dari lintasan tersebut. Kenampakan singkapan dari batuan gunung api tersebut, tersusun oleh breksi piroklastika, batulapili scoria, tuf dan klastika lava basal-andesit basal (Gambar 7).

Sedangkan hasil pengolahan dari pengukuran geolistrik mapping pada lokasi ini tersaji pada Gambar 8. Pada gambar tersebut terbaca kedalaman di lintasan ini mencapai + 35 meter. Nilai tahanan jenis yang terbaca secara umum relative kecil dan hanya dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok, yaitu nilai tahanan jenis rendah (<35 ohm meter, ditandai dengan warna biru muda sampai coklat). Harga tahanan jenis ini dapat diinterpretasikan sebagai tuf atau batupasir dengan kondisi basah. Sedangkan kelompok yang kedua terbaca harga tahanan jenis >35 ohm meter (ditandai dengan warna merah sampai coklat) yang dapat interpretasikan sebagai tuf/batupasir dalam kondisi kering atau bisa juga breksi yang terisi ai. Kelompok yang kedua tersebut tersebar hanya setempat-setempat dengan kedalaman  $\pm$  5-30 meter. Dengan melihat kondisi bawah permukaan seperti di atas, maka batuan gunung api yang di tersingkap di permukaan ternyata hanya dijumpai secara setempat-setempat di bawah permukaannya.



Gambar 8. Singkapan batuan gunung api di Pilang

## Simpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan kajian di daerah Watuadeg dan Pilang antara lain:

Berdasarkan data permukaan di kedua lokasi terindikasi adanya batuan gunung api.

Hasil pengukuran geolistrik secara mapping di kedua lokasi tersebut menunjukkan di daerah Watuadeg terindikasi adanya batuan gunung api berua lava yang terbaca dengan nilai tahanan jenis sangat tinggi (>650 ohm meter) dijumpai pada kedalaman mulai ± 10-15 meter dari permukaan tanah dengan sebaran relatif di bagian tengah.

Sedangkan di daerah Pilang secara umum terbaca nilai tahanan jenis kecil. Kalaupun ada indikasi batuan gunung api hanya sebatas breksi (nilai tahanan jenis 35-65 ohm meter) yang dijumpai hanya setempat-setempat, dengan kedalaman relative lebih dalam (5-30 meter dari permukaan tanah).

## Daftar Pustaka

1. Hartono, G., dan Bronto., S., Lapangan Gunung Api Tersier Daerah Berbah Sleman – Imogiri Bantul, Yogyakarta, *Proceedings International Conference on Earth Science and Technology*, 1, 1999, UGM, Yogyakarta, pp. 113-120.
2. Dobrin, M.B. and Savit, C.H., *Introduction to Geophysical Prospecting*, 4<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill Co, New York, San Fransisco, 1988.
3. Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, Melbourne, Australia, 1990.
4. Winarti dan Ansori, C., Studi Induced Polarization (IP) untuk Eksplorasi Mineral Mangan Di Daerah Strati, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, *Prosiding Seminar Nasional Ke-4 RETI, STTNAS* Yogyakarta, 2009.
5. Winarti dan Sungkono, J., Studi Geolistrik Untuk Mengetahui Akuifer Airtanah di Desa Bajulan, Kecamatan Loceret Kabupaten Nganjuk, *Prosiding Seminar Nasional SNTTEKPAN, ITAT* Surabaya, 2013.
6. Astuti, B.S., Rahardjo, W., Listyani, R.A., dan Husein, S., Morfogenesis bukit-bukit inlier antara Watuadeg hingga Pengklik, Daerah Berbah, Sleman Yogyakarta, *Prosiding Workshop Geologi Pegunungan Selatan 2007*, Badan Geologi, Pusat Survei Geologi, Bandung, 2009, pp. 31-44.
7. Rahardjo, W., Sukandarrumidi dan Rosidi, H.M.D., *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, skala 1:100.000*, Direktorat P3G, Bandung, 1977.
8. Surono, Toha, B., dan Sudarno, I., *Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro, Jawa*, skala 1:100.000, Direktorat P3G, Bandung, 1992.
9. van Bemmelen, R. W., *The Geology of Indonesia*, Vol. IA, The Haque Martinus Nijhoff, 1949.
10. Sartono, Toha, B., dan Sudarno, I., *Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro, Jawa, Skala 1 : 100.000*, Direktorat P3G, Bandung, 1992.
11. Carlile, J.C., dan Mitchell, A.H.G., Magmatic Arcs and Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia, *Journal of Geochemical Exploration*, 5, 1994, pp. 91-142.
12. Samodra, H., Gafoer, S., dan Tjokrosappoetro, S., *Peta Geologi Lembar Pacitan, Skala 1 : 100.000*, Direktorat P3G, Bandung, 1992.
13. Schieferdecker, A.A.G. (Ed.), *Geological Nomenclature, Royal Gold and Minings, Soc, of The Netherlands, J. Noorduyn en Zoon N.V., Gorinchem*, p. 523, 1959.
14. MacDonald, A.G., *Volcanoes, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey*, p. 510, 1972.
15. Bronto, S., *Geologi Gunung Api Purba*, Badan Geologi, Bandung, 2013.
16. Williams and MacBirney, *Volcanology*, Freeman Cooper and Co. San Francisco, p. 397, 1976.
17. Vessel, R.K., and Davies, D.K., Non Marine Sedimentation in An Active Fire Arc Basin, in Etridge, F.G., and Flores, R.M. Editors, *Recent and Ancient Non Marine Depositional Environments: Models For Exploration, Society of Economics Paleontologist and Mineralogists*, Spec. Publ. 31., 1981.
18. Mulyaningsih, S., dan Sanyoto, S., Interpretasi Gunung Api Komposit Tersier di Pegunungan Selatan Mengacu pada Geologi Gunung Api Merapi di Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, *Majalah Geologi Indonesia*, 28(2), 2013, Bandung.